Aus dem Sonderforschungsbereich 92
"Biologie der Mundhöhle"
(Vorstand: Prof. Dr. G. Siebert)

an der Universitätsklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. R. Naujoks)

PHOTOGRAMMETRISCHE BESTIMMUNG DES SCHWELLUNGSZUSTANDES DER GINGIVA BEI EXPERIMENTELLER GINGIVITIS

Inaugural - Dissertation

verfaßt an der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Dieter-Erich Scherer
aus Würzburg

Würzburg
2.2.1981

Aus dem Sonderforschungsbereich 92
"Biologie der Mundhöhle"
(Vorstand: Prof. Dr. G. Siebert)

an der Universitätsklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. R. Naujoks)

PHOTOGRAMMETRISCHE BESTIMMUNG DES SCHWELLUNGSZUSTANDES DER GINGIVA BEI EXPERIMENTELLER GINGIVITIS

Inaugural - Dissertation

verfaßt an der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Dieter-Erich Scherer
aus Würzburg

Würzburg
2.2.1981

Referent:	PD Dr. W. Wiedemann
Korreferent:	Prof. Dr. R. Naujoks
Dekan:	Prof. Dr. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 16.2.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
A	EINLEITUNG	1
B	PROBLEMSTELLUNG	5
C	LITERATURÜBERSICHT	6
	1. Parodontal-Indizes	6
	2. Indexmethoden	7
	3. PMA-Index	8
	4. Photogrammetrie	8
	5. Experimentelle Gingivitis	10
D	MATERIAL UND METHODIK	12
	1. Auswahl der Probanden	12
	2. Untersuchungsmethoden	12
	Photogrammetrie	12
	PMA-Index	17
	3. Versuchsdurchführung	18
	Wahl der Zähne	18
	Wahl der Parodontien	18
	Zeitlicher Ablauf	18
	Auswertung	19
	4. Statistik	21
E	ERGEBNISSE	22
	1. Photogrammetrie	22
	2. PMA-Index	22
F	DISKUSSION	29
G	ZUSAMMENFASSUNG	32
H	Literaturverzeichnis	33

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543519_0040

A. E I N L E I T U N G

Seit Parodontalindizes um 1945 (KING (2o); MASSLER u. SCHOUR (28,39)) eingeführt wurden, zog man die Indizes zur Erfassung von Parodontalerkrankungen heran.

Die Auswertung der Ergebnisse ist jedoch sehr schwierig, da sie Aussagen über ein biologisches Weichgewebe machen, im Gegensatz zu den Indizes, die für die Beurteilung von Hartgeweben herangezogen werden. (DMF(9) Index)

Sieht man die Literatur über die PA-Indizes durch, fällt auf, daß es zur Bestimmung des Entzündungsgrades der Gingiva fast ebenso viele Indizes wie Untersucher gibt (HAZEN (11)). Daraus kann man schliessen, daß es keinen idealen Index zur Bestimmung des Entzündungszustandes der Gingiva gibt.

CARTER (6) hat die Forderung an einen möglichst aussagekräftigen Index wie folgt zusammengefaßt:

- er soll quantitative Aussagen ermöglichen;
- er soll empfindlich genug sein, um auch die kleinste Veränderung zu erfassen;
- er muß zuverlässig sein;
- er muß reproduzierbar sein;
- er soll rasch und praktisch anwendbar sein;

- er muß einfach anzuwenden sein;
- er soll möglichst frei von subjektiver Auslegung sein;
- er soll die Möglichkeit der statistischen Beurteilung bieten.

Die Beurteilung einer gingivalen Entzündung mit Hilfe der subjektiven Indizes bereitet eine besondere Schwierigkeit. (DAVIES et al. (7). Untersucher sind häufig nicht in der Lage, ihre eigenen Ergebnisse bei der Beurteilung einer Gingivitis zu reproduzieren. SMITH et al. (40) hielt es für einen großen Erfolg, daß es ihnen gelang, die Ergebnisse in über 8o % zu wiederholen.

Es gibt auch Unterschiede in der Beschreibung und Beurteilung gingivaler Entzündungen. MÖHLEMANN (34,35) et al. halten das Bluten der marginalen Gingiva auf vorsichtiges Sondieren für eine leichte Entzündung, LÖE et al. (25) hingegen nehmen die frühe Farbveränderung des Gewebes als Zeichen für erste entzündliche Veränderungen.

Da offensichtlich die subjektive Beurteilung einer gingivalen Entzündung große Schwierigkeiten bereitet, wurde nach objektiven Kriterien zur Beurteilung gesucht. Neben der Bestimmung des Gingivaturgors (MIERAU et al. (32,33)) wurden vor allem photografische Methoden verwendet.

MASSLER (3o); SUOMI et al. (41) haben in ihren Studien über den Schwellungszustand der Gingiva aus technischen Gründen nur die Gingiva der Frontzähne aufgenommen. MASSLER (3o) et al. berichteten dabei von einer guten Reproduzierbarkeit der Gingivaschwellung. SUOMI et al. (41) schnitten bei der objektiven Beurteilung der Gingivaschwellung kaum besser ab als bei der klinischen Bewertung (8o %). HOLM (14) und KRAKAU versuchten, den Schwellungszustand der Gingiva zu bestimmen, indem sie darauf von vorn Linien projizierten und sie von der Seite photografierten. Sie konnten das Problem der objektiven Bestimmung des Schwellungszustandes der Gingiva nicht zufriedenstellend lösen, da sie zur Herstellung identischer Photos eine zeitraubende Apparatur benötigten.

Zeitraubend und aufwendig ist auch die Methode von ZULQUAR-NAIN et al. (47) Sie fertigten Stereophotos an, deren Auswertung teuer und kompliziert war. Beide oben genannte Verfahren haben sich wegen des großen Aufwandes nicht durchsetzen können. WIEDEMANN (43,44) hat die Methode, die Schwellung auf die Gingiva über projizierte Linien zu bestimmen, wesentlich vereinfacht, doch ist die Auswertung der Photos relativ zeitraubend. WIEDEMANN hat den Schwellungszustand der Gingiva bei einer experimentellen Gingivitis photografiert.

Ausführlich haben sich LÖE et al. (26,27) und THEILADE et al. (42) mit dem Problem der experi-

mentellen Gingivitis beschäftigt. Sie wiesen nach, daß es nach Aussetzen jeglicher Mundhygiene zu einer Plaqueansammlung auf den Zähnen kommt. Dadurch bedingt, entwickelt sich innerhalb von 1o - 21 Tagen eine Gingivitis.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Monophotographie zu modifizieren und die Auswertung der Dias zu erleichtern. Es wird der Schwellungszustand der Gingiva bei einer experimentellen Gingivitis sowohl durch einen subjektiven PMA-Index als auch durch einen objektiven Index erfaßt und die erhaltenen Werte miteinander verglichen.

B. P R O B L E M S T E L L U N G

Wie in der Einleitung erwähnt, gibt es eine Vielzahl von Indizes zur Bestimmung der Gingivaschwellung, die subjektiv oder objektiv, mit erheblichem zeitlichen bzw. apparativen Aufwand betrieben werden.

In der vorliegenden Arbeit sollte versucht werden, die objektive Auswertung der bei der Photogrammetrie erhaltenen Bilder zeitlich zu reduzieren.

Der Verlauf einer experimentellen Gingivitis im cross-over-trial wurde mit Hilfe der Photogrammetrie beurteilt. Als Vergleichsindex diente der modifizierte PMA Index von MOHLEMANN und MAZOR (34).

Es ergaben sich folgende Probleme:

1. Modifizierung der Photoapparatur von WIEDEMANN (43);
2. Entwicklung einer Methode zur Dia-Auswertung;
3. Subjektive Bewertung des Zahnfleischzustandes;
4. Änderung des Zahnfleischzustandes im zweiten Teil des Kreuzversuches.

C. L I T E R A T U R O B E R S I C H T

1. Parodontalindizes

KLEIN, PALMER und KNUTSON (21,22) haben im Jahre 1938 den DMF(S) Ind x veröffentlicht, der die kariöse Gebißerkrankung quantitativ darstellt. Es ist das Verdienst von MASSLER und SCHOUR (28,29,39), einen ähnlichen Index auch für die Beurteilung des Gingivazustandes erarbeitet zu haben. 1947 haben sie den ersten brauchbaren PMA Index entwickelt, nachdem KING (2o) 1945 einen ungenauen Gingivalindex angegeben hatte.

Der PMA Index von MASSLER und SCHOUR hat es erstmals ermöglicht, wissenschaftliche Studien über den Schweregrad der Gingivalerkrankung durchzuführen.

MARSHALL-DAY (31) veröffentlichte 1951 eine Studie, in der er Ergebnisse vieler Autoren von 1925 - 195o zusammenfaßte. Danach schwankte die Gingivitis bei 1 - 18-jährigen Kindern aus der europäischen, amerikanischen und asiatischen Bevölkerung zwischen 2,2 und 98 %.

BELTING (2) verglich Befunde über Umfang und Zerstörung des Alveolarknochens in bestimmten Alters- und Bevölkerungsgruppen. Da die Befunde nach verschiedenen Methoden erhoben wurden, folgerte er, daß die Ergebnisse unbrauchbar sind. Häufigkeitsangaben über Parodontalerkrankungen in gleichen Bevöl-

kerungsgruppen schwankten zwischen 4 - 5 % und 95 - 1oo %.

GREENE (18) stellte 1959 allgemeine Richtlinien für die Ausarbeitung von Indexmethoden auf:

- quantitiative Aussage;
- Einfachheit;
- rasche und praktische Anwendbarkeit;
- Reproduzierbarkeit;
- Möglichkeit der statistischen Erfassung;
- Möglichkeit der Handhabung durch nicht speziell geschulte Zahnärzte.

Bis heute gültige Indizes sind z.B. der von RUSSEL (38) 1956 angegebene "Periodontal Index" (PI) und der "Oral Hygiene Index" von GREENE und VERMILLION (9).

2. Indexmethoden

Die einfachsten Indizes dienen zur Bestimmung der Anzahl erkrankter Einheiten, wie Zähne, Parodontien etc. Bei der Auswertung gibt es nur zwei Alternativen: krank oder gesund. Es gibt auch Indizes, welche die Schwere einer Erkrankung ausdrücken. Zur Beurteilung weit fortgeschrittener Parodontalerkrankungen wurden Indizes vorgeschlagen, die viele Einzelheiten in sich kombinieren. Diese Indizes sind unter dem Namen "Parodontalindizes" in die Literatur eingegangen. Da das Aufführen der Vielzahl der heute verwendeten Indizes den Rahmen der vorliegenden

Arbeit sprengen würden, ist im folgenden nur der PMA Index, der in dieser Arbeit verwendet wird, aufgeführt.

3. PMA Index

Dieser von MASSLER und SCHOUR (28) entwickelte Index geht davon aus, daß die Entzündung an der Papille beginnt und über die marginale zur angewachsenen Gingiva zunimmt. MASSLER und SCHOUR betrachten demnach die papilläre Entzündung als leichte, die papilläre und marginale als mittlere und die Entzündung der angewachsenen Gingiva als schwere Entzündung.

MOHLEMANN und MAZOR (34) modifizierten diese Bewertung des Entzündungszustandes der Gingiva. Sie unterscheiden einen Grad 1 (normales Aussehen, jedoch Blutung bei leichtem Sondieren) und einen Grad 2 (Blutung und Verfärbung = Grad 1 nach MASSLER-SCHOUR.)

Der PMA Index mit den von MOHLEMANN und MAZOR (34) angegebenen Ausprägungsgraden eignet sich besonders für Studien der Gingivitisabnahme (HIRT und MOHLEMANN (13); WOTHRICH (45).

4. Photogrammetrie

Nach HALLERT (1o) ist die Photogrammetrie "eine Wissenschaft, die mit Hilfe von Photographien geometrische Daten wie Lage, Form und Größe eines photo-

grafierten Objektes bestimmt." Es wurde auch versucht, die Schwellung der Gingiva mit Hilfe der Photogrammetrie zu bestimmen. HOLM und KRAKAU (15); ZULQUAR-NAIN et al. (47) sowie BERGSTRÖM und JONASON (3) haben sich als erste mit diesem Problem auseinandergesetzt. 1965 veröffentlichten HOLM und KRAKAU (15) eine Arbeit, in der sie beschrieben, wie sie mit Hilfe der Photogrammetrie die Volumenschwankungen von oberflächlich gelegenen Tumoren bestimmten. 1967 beschrieben dieselben Autoren eine Methode zur Bestimmung der Volumenschwankungen der Gingiva. Dabei projizierten sie Linien auf die Gingiva und fotografierten sie von der Seite. Die Methode erwies sich als unbefriedigend, da verwertbare Aufnahmen erst nach einer komplizierten Zuordnung der Kamera zu den Zähnen über ein Fadenkreuz gemacht werden konnten.

Gegenüber der Stereofotografie (LACMANN (24) 195o; ADAMS-RAY (1) 1951; BJÖRN (5) 1954) hatte diese Methode jedoch den Vorteil, daß sie technisch, zeitlich und finanziell bei weitem nicht so aufwendig war wie die Stereophotografie.

ZULQUAR-NAIN et al. (47) nahmen diese Nachteile zugunsten der Präzision in Kauf. Die Photos wurden von einem geschulten Operateur gemacht und von einem Spezialisten mit einem 76o Balplex Rechner ausgewertet. So waren sie in der Lage, die Schwellung der Gingiva mit einer Genauigkeit von $\pm$ o,142 mm

und einer 95 %igen Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Des großen Aufwandes wegen ist diese Methode für den praktischen Gebrauch jedoch nicht geeignet.

1978 veröffentlichte WIEDEMANN (43) eine Arbeit über die photogrammetrische Untersuchung der entzündeten Gingiva. Lediglich die Auswertung der Dias war relativ zeitraubend (ca. 15 Minuten/Dia).

5. Experimentelle Gingivitis

BEUBE (4) und HINE (12) stellten als erste fest, daß das Aussetzen der Mundhygiene auf jeden Fall eine Entzündung der Gingiva hervorruft. Im Jahre 1965 veröffentlichten LÖE (26) et al. (27) die erste Studie über eine experimentelle Gingivitis. Sie wiesen nach, daß sich nach 1o - 21 Tagen durch Aussetzen der Mundhygiene eine Gingivitis entwickelt.

Die Studie von ZACHRISSON (46) beschäftigt sich mit der Abwehrreaktion des Gewebes während einer experimentellen Gingivitis. Er stellte fest, daß es nach 15 - 17 Tagen nach Absetzen der Mundhygiene zu einer Lymphocytentransformation kommen kann. Die Abwehrreaktion ist aber altersabhängig. HOLM-PEDERSEN et al. (16) stellten fest, daß ältere Individuen weniger abwehrkräftig sind als junge.

KLYGIER et al. (23) stellten fest, daß die Gingiva des Macacaspeziosa-Affen histologisch identisch mit

der des Menschen ist und daß die histopathologischen Veränderungen der Affengingiva während einer experimentellen Gingivitis denen des Menschen sehr ähnlich sind. Seither wird die experimentelle Gingivitis auch in Tierversuchen studiert, zumal die Gefahr irreversibler Schäden bei verschiedenen Versuchen recht groß ist (z.B. beim Übergang einer Gingivitis in eine Parondontitis).

ROVIN, COSTICH und GORDON (37) machten einen Versuch, bei dem sie den marginalen Rand von Rattenzähnen mit Seidenfäden umschlungen. Bei normalen Ratten erzeugten die Ligaturen in Kombination mit Mikroorganismen eine Entzündung, bei keimfrei gezogenen Ratten jedoch nicht.

KENNEDY und POLSON (19) ließen Ligaturen an Affenzähnen bis zu 52 Wochen liegen und erzeugten so eine progressive Periodontitis mit Epithelablösung und Knochenabbau.

Die neueren Studien (JOHNSON und HOPS (18) oder PAYNE (36)) beschäftigen sich mit der Immunologie der experimentellen Gingivitis.

D. MATERIAL UND METHODIK

1. Auswahl der Probanden

Am Versuch nahmen 3o Probanden (26 männliche und 4 weibliche) teil. Ein Proband blieb während der Versuchsreihe aus. Um annähernd gleiche Ausgangssituationen zu erhalten, wurde an jedem Probanden eine Zahnreinigung vorgenommen.

2. Untersuchungsmethoden

Um die Änderung des Schwellungszustandes der Gingiva während des Versuches ermitteln zu können, wurde ein objektiver (photogrammetrischer) Index herangezogen. Zum Vergleich diente der subjektive PMA-Index.

Photogrammetrie

Um mehrere Photos des Gegenstandes miteinander vergleichen zu können, müssen die Photos aus gleicher Entfernung und aus gleichem Winkel zum Gegenstand gemacht werden.

Darum wurde zur photogrammetrischen Bestimmung der Gingivaschwellung folgende Anordnung verwendet:

Von allen Probanden wurde eine individuelle Bißplatte aus "Palavit M®" angefertigt, die auf eine Aluminiumschiene befestigt wurde. Die Schiene wurde mit Hilfe von zwei Paßbolzen auf ein U-förmiges Gestell befestigt. Auf dem gleichen Gestell war eine Kleinbildkamera (Rollei 35 S) sowie zwei Gitter angebracht. Die Gitter waren in einem Winkel von 3o° zur

Saggitalebene befestigt. Um die Gitter scharf auf die Gingiva projizieren zu können, wurde vor jedes Gitter eine Linse angebracht.

Um im Maßstab 1 : 2 photografieren zu können, wurde der Aufnahmeabstand der Kamera mit zwei Vorsatzlinsen (Nikon I X und Nikon 2 X) auf 62 mm verkürzt (Abb. 1).

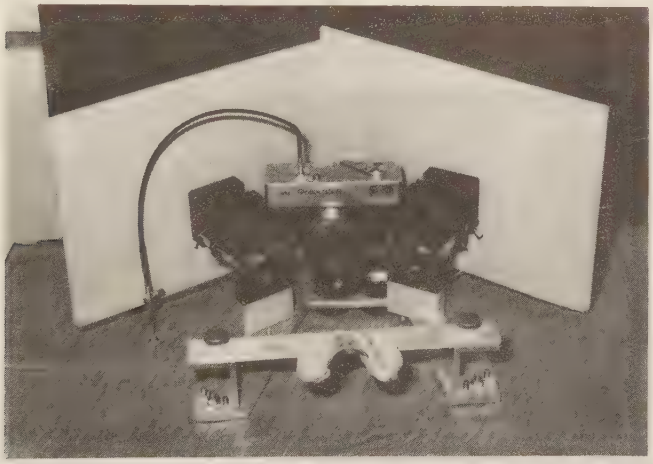
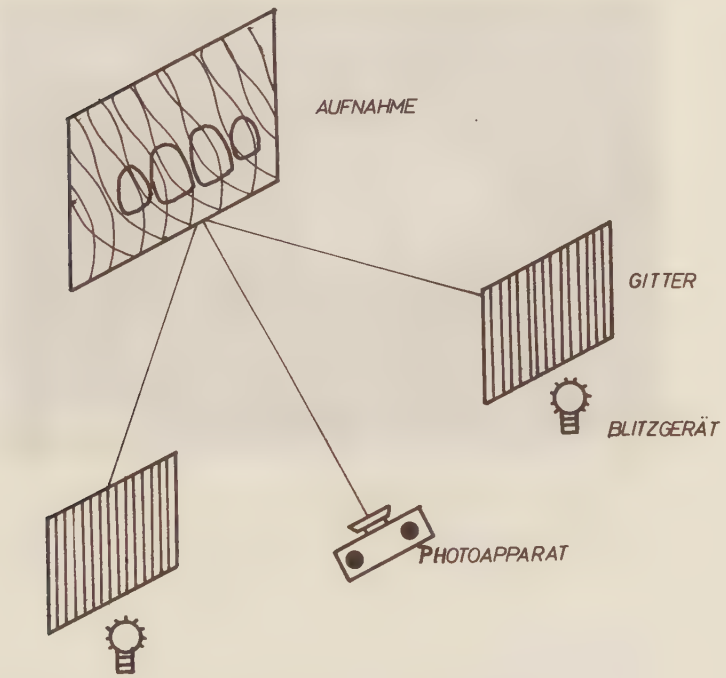


Abb. 1: Photogrammetrisches Aufnahmegerät mit eingepaßter individueller Bißplatte.

Die Probanden waren alle in der Lage, das oben beschriebene Gestell mit Hilfe der individuellen Bißplatte aus eigener Kraft unverrückbar und reproduzierbar zu fixieren (Abb. 2).

Abb. 2: Photogrammetrisches Aufnahmegerät in situ.

Bei der Belichtung des Films mit Hilfe von zwei Blitzgeräten projizierten sich die senkrechten, parallelen und gleichweit entfernten (o,25 mm) Linien des Gitters auf die Zähne und Gingiva des Oberkiefers (Abb. 3 und Skizze)



Skizze: Projektion der Gitter auf die Zähne und Gingiva des Oberkiefers.

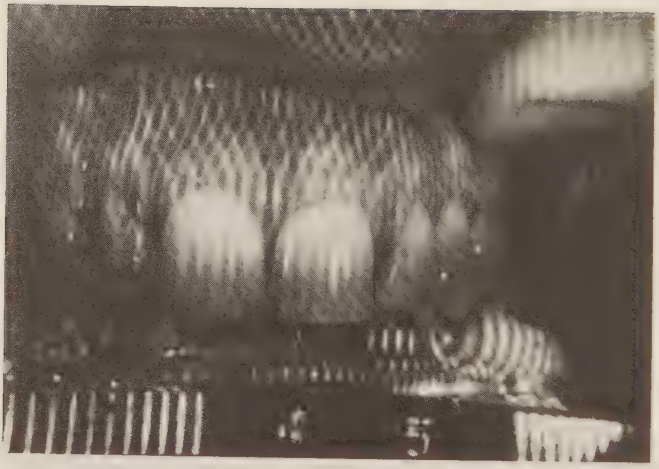


Abb. 3: Die projizierten Linien der beiden Gitter auf der Gingiva und den Zähnen des Oberkiefers.

PMA - Index

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde der modifizierte PMA-Index nach MÖHLEMANN und MAZOR (34) angewendet.

Es sind: P = Papille
M = Marginale Gingiva
A = Angewachsene Gingiva

Es bedeuten:

Grad	Kriterium
0	normal, entzündungsfrei
1	P - oder M - Einheiten sind "normal". Bei vorsichtigem Sondieren des Sulvus tritt ein leichtes Bluten erst nach mehreren Sekunden auf.
2	Deutliche entzündliche Veränderung der Farbe von P, M oder A. Keine ödematöse Verdickung, Blutung nach Sondieren.
3	Ödematöse Veränderung, mit oder ohne Farbveränderung. Blutung, Sekretbildung.
4	Zusätzliche Ulzeration.

3. Versuchsdurchführung

Wahl der Zähne

Der PMA-Index wurde im Oberkiefer an 6 Zähnen bestimmt, und zwar an der marginalen Gingiva sowie an den 5 dazwischen liegenden Papillen. Aus den so erhaltenen 11 Werten kann man Rückschlüsse auf das gesamte Gebiß schließen, da nach KING und MASSLER et al. bereits 8 Werte signifikant repräsentativ für den Schweregrad einer Gingivalerkrankung sind.

Wahl der Parodontien

Für die photogrammetrische Bestimmung der Gingivaentzündung wurden die Parodontien der beiden mittleren Frontzähne herangezogen. Diese Parodontien wurden aus phototechnischen Gründen ausgewählt, da es die Parodontien sind, an denen man - nach 25-facher Vergrößerung - das projizierte Gitter am besten auswerten kann.

Zeitlicher Ablauf

Zu Beginn der Untersuchung wurde an jedem der 3o Patienten eine Zahnreinigung mit ORALUST^{R} durchgeführt, um annähernd gleiche Ausgangssituationen zu schaffen. Anschließend wurde der PMA-Index aufgenommen und je zwei Photos pro Proband gemacht. Danach stellten die Probanden jegliche Mundhygiene für drei Wochen ein. Nach Ablauf der drei Wochen wurden die Probanden erneut untersucht. Danach mußten sie eine Woche lang wieder Mundhygiene betreiben, um erneut untersucht zu werden.

Die vierte Untersuchung fand statt, nachdem die Probanden wieder drei Wochen lang keine Mundhygiene betrieben.

Anschließend trieben die Probanden eine Woche lang wieder Mundhygiene, um zum letzten Mal untersucht zu werden.

Es wurden, wie bei jeder vorhergegangenen Untersuchung, zwei Photos gemacht und der PMA-Index aufgenommen.

Im Laufe dieses Versuches wurde die durch das zweimalige Aussetzen der Mundhygiene über drei Wochen erzeugte experimentelle Gingivitis mit Hilfe des PMA-Index subjektiv und durch die Photogrammetrie objektiv erfaßt.

Auswertung

Die rechnerische Auswertung der Aufnahmen wurde folgendermaßen durchgeführt: mit zwei identischen Projektoren wurden jeweils zwei Aufnahmen in 25-facher Vergrößerung gleichzeitig nebeneinander projiziert.

Die Aufnahme der ersten Versuchsreihe diente dabei immer als Bezugsaufnahme für die Aufnahmen der anderen Versuchsreihen.

Auf diese Weise konnte man auf jeder Aufnahme den größten linearen Abstand, gebildet von jeweils den gleichen Krümmungslinien, ausmessen (Abb. 4).

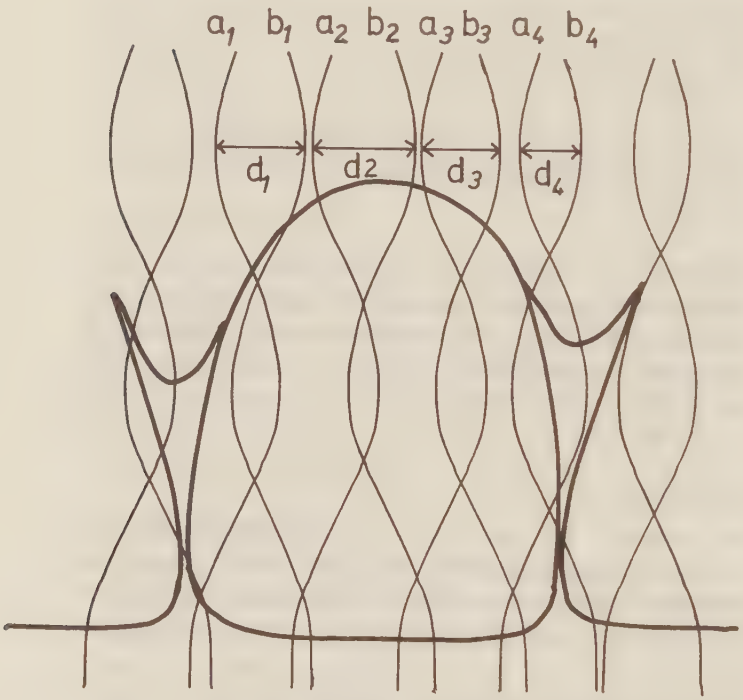


Abb. 4: Auswertung der Aufnahmen.

$a_1a_2a_3a_4$ bzw. $b_1b_2b_3b_4$ Krümmungslinien der beiden projizierten Gitter.

$d_1d_2d_3d_4$ jeweils größter linearer Abstand zwischen den entsprechenden Krümmungslinien der beiden Gitter.

Der mit Hilfe der Photogrammetrie objektiv bestimmte Entzündungszustand der Gingiva wurde mit dem subjektiv aufgenommenen PMA-Index verglichen.

4. Statistik

Zur statistischen Beurteilung der errechneten Werte wurden folgende Formeln verwendet:

Standardabweichung:

(mittlere quadratische Abweichung), wobei $Sx=S(x-\bar{x})^2$ die Summe der Quadrate aller Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert bedeutet:

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

Mittlerer Fehler:

$$S\bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Prüfquotient:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S\bar{x}}$$

Es sind:

- N = Anzahl der Probanden
- $\bar{x}$ = Arithmetisches Mittel
- S = Summe von ...
- t = Signifikanz des Vergleichs zweier Mittelwerte bei paarweiser Anordnung der Meßwerte (Paardifferenz)
- s = Standardabweichung

E. E R G E B N I S S E

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Verlauf einer experimentellen Gingivitis mit Hilfe der Photogrammetrie sowie eines Parodontal-Index zu beschreiben.

1. Photogrammetrie

Tabelle 1 ($S\bar{x}$ - x) gibt die Werte wider, die bei der Auswertung der Dias gefunden wurden. In den Abbildungen 5, 6 und 7 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

In den Tabellen der Student-Verteilung findet man für die Paardifferenzen 1 - 2, (2)-(3), (3)-(4) jeweils eine Irrtumswahrscheinlichkeit von P = o,oo5. Das bedeutet, daß die Ergebnisse mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als o,5 % statistisch signifikant sind.

2. PMA-Index

Tabelle 2 und Abb. 8, 9 und 1o geben die Werte des PMA-Index wider.

Die Tabellen der Student-Verteilung ergeben für die Paardifferenzen (1) - (2), (2) - (3), (3) - (4) jeweils eine Irrtumswahrscheinlichkeit von P = o,oo5, d.h. die Ergebnisse sind mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als o,5 % statistisch signifikant.

	1	2	3	4	5	Paar-diff. 1-2	Paar-diff. 2-3	Paar-diff. 3-4
1.	9	7	7	7	-	2	0	0
2.	19	17	19	16	16	2	2	3
3.	1o	15	9	9	9	5	6	0
4.	7	6	6	7	7	1	0	1
5.	2o	23	17	18	17	3	6	6
6.	2o	22	25	22	22	2	3	3
7.	18	21	21	21	21	3	0	0
8.	22	23	26	25	25	1	3	1
9.	11	13	8	13	11	2	5	5
1o.	11	12	13	--	--	1	1	-
11.	2o	22	22	22	22	2	0	0
12.	25	26	26	25	--	1	0	1
13.	8	9	8	10	8	1	1	2
14.	7	7	--	--	--	0	-	-
15.	15	17	16	21	15	2	1	5
16.	20	26	22	25	23	6	4	3
17.	14	15	--	--	--	1	-	-
18.	23	28	28	30	--	5	0	2

	1	2	3	4	5	Paar-diff. 1-2	Paar-diff. 2-3	Paar-diff. 3-4
19.	17	19	17	18	18	2	2	1
2o.	21	21	21	22	21	0	0	1
21.	4	9	7	10	9	5	2	3
22.	9	13	10	10	13	4	3	0
23.	11	15	11	16	11	4	4	5
24.	17	21	15	18	18	4	6	3
25.	13	18	14	15	13	5	4	1
26.	14	14	14	14	14	0	0	0
27.	10	10	10	10	8	0	0	0
28.	12	17	13	17	17	5	4	4
29.	19	18	18	20	18	1	0	2
3o.	13	--	--	--	--	-	-	-
n.	3o	29	27	26	24	29	27	26
S	439	484	423	441	356	70	57	52
$\bar{x}$	14,6	16,1	15,1	16,3	14,8	2,41	2,11	1,92
s	5,5	6,6	7,0	6,9	6,14	1,82	2,13	1,85
$s_{\bar{x}}$						0,22	0,30	0,24
$t = \frac{\bar{x}}{s_{\bar{x}}}$					t=	7,30	5,20	5,33

Tabelle 1

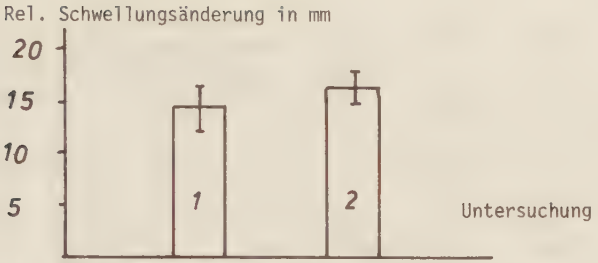


Abb. 5: Relativer Schwellungszustand der Gingiva bei der ersten bzw. zweiten Untersuchung. Standardabweichungen sind durch vertikale Linien gekennzeichnet.

Abb. 6: Relativer Schwellungszustand der Gingiva bei der zweiten und dritten Untersuchung. Standardabweichungen sind durch vertikale Linien gekennzeichnet.

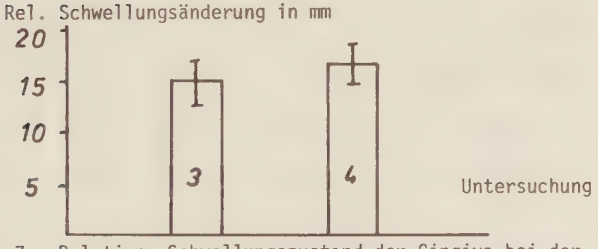


Abb. 7: Relativer Schwellungszustand der Gingiva bei der dritten und vierten Untersuchung. Standardabweichungen sind durch vertikale Linien gekennzeichnet.

	(1) Unters.	(2) Unters.	(3) Unters.	(4) Unters.	(5) Unters.	Diff. Paar (1)-(2)	Diff. Paar (2)-(3)	Diff. Paar (3)-(4)
1.	1,13	2,45	1,31	3	2	1,32	1,14	1
2.	0,54	2	1,09	2,5	1,22	1,46	0,91	1,28
3.	1,45	1,95	1,81	3	2,59	0,5	0,14	0,41
4.	0,59	2,40	1,77	2,72	1,18	1,81	0,63	0,54
5.	1,77	2,54	2,13	3	2,04	0,77	0,41	0,96
6.	2,36	2,59	2,36	3	2,45	0,32	0,23	0,55
7.	0,81	2,27	0,9	1,36	0,72	1,46	1,37	0,64
8.	1,90	3	2,45	3	2,81	1,1	0,55	0,19
9.	0,59	0,72	0,13	1	0,27	0,13	0,59	0,73
1o.	1,04	1,77	0,18	2,31	1,04	0,73	0,69	1,27
11.	1,45	1,90	1,22	2,04	1,45	0,45	0,78	0,59
12.	0,72	1,86	0,86	2,09	1,09	1,14	1,00	1
13.	2,40	2,50	2,45	2,81	2,54	0,1	0,05	0,27
14.	1,54	2,09	2,13	3,04	1,81	0,55	0,04	1,23
15.	1,90	2,36	1,68	2,9	1,86	0,46	0,64	1,04
16.	2,54	2,95	2,36	2,95	2,5	0,4	0,59	0,45
17.	1,31	1,18	1,31	2,13	1,22	0,13	0,13	0,91
18.	1,31	1,86	2,09	2,31	1,31	0,55	0,23	1
19.	0,77	2,5	1,31	2,81	1,45	1,53	0,19	1,36
2o.	2,09	3	2,13	3	2,4	0,81	0,87	0,6

	(1) Unters.	(2) Unters.	(3) Unters.	(4) Unters.	(5) Unters.	Diff. Paar (1)-(2)	Diff. Paar (2)-(3)	Diff. Paar (3)-(4)
21.	1,63	3	2,04	---	---	1,37	0,96	---
22.	2,54	3,04	2,86	3	2,63	0,5	0,28	0,37
23.	1,63	3	1,86	3	1,22	1,37	1,14	1,78
24.	2,36	2,45	3	3	2,77	0,09	0,55	0,23
25.	2,04	2,81	2,4	3	1,5	0,77	0,41	1,5
26.	1,60	2,54	1,9	3	2,54	0,96	0,64	0,46
27.	0,45	1,86	1	2,77	0,86	1,15	0,86	1,91
28.	1,04	2,27	1,59	3	2	1,23	0,68	1
29.	0,68	1,31	1,13	1,81	1,13	0,63	0,18	0,68
3o.	1,54	2,5	2,7	2,9	2,5	0,96	0,20	0,4
n	30	30	30	29	29	30	30	29
S=	43,67	68,67	53,15	76,45	51,1	24,75	17,08	24,35
$\bar{x}$=	1,45	2,28	1,77	2,63	1,76	0,798	0,56	0,839
s=	0,648	0,574	0,675	0,541	0,71	0,496	0,358	0,455
$s_{\bar{x}}$=	0,118	0,104	0,123	0,10	0,131	0,09	0,067	0,084
t=						8,86	8,35	9,98

Tabelle 2

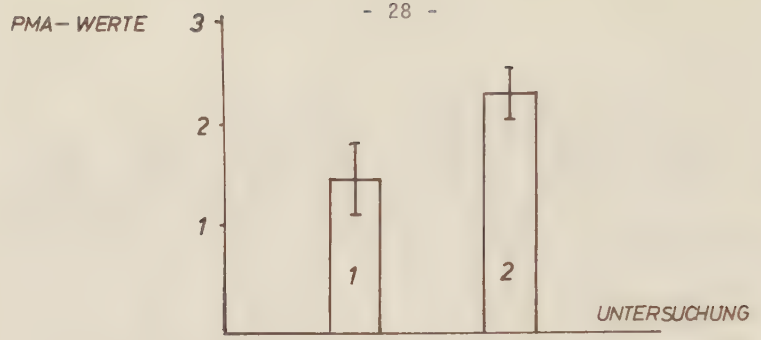


Abb. 8: PMA-Werte bei der 1. und 2. Untersuchung. Standardabweichungen sind durch vertikale Linien dargestellt.

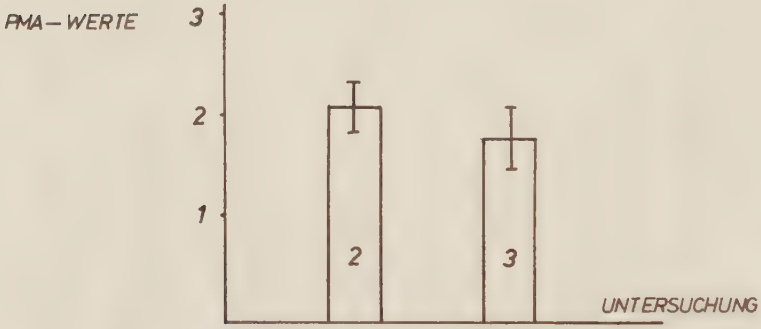


Abb. 9: PMA-Werte bei der 2. und 3. Untersuchung. Standardabweichungen sind durch vertikale Linien dargestellt.

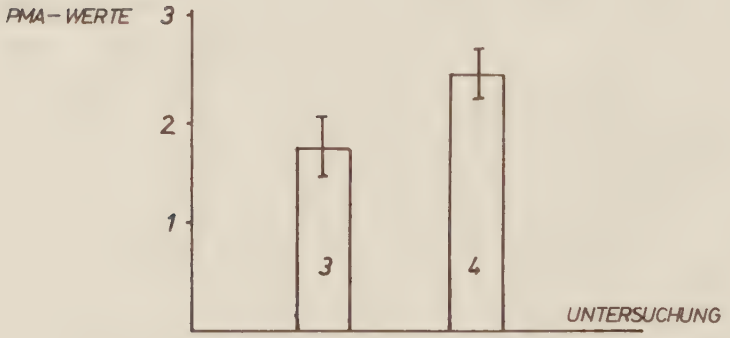


Abb. 1o: PMA-Werte bei der 3. und 4. Untersuchung. Standardabweichungen sind durch vertikale Linien dargestellt.

F. D I S K U S S I O N

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Veränderung des Schwellungszustandes der Gingiva mit Hilfe eines subjektiven sowie objektiven Index erfaßt.

Als subjektiver Index diente der PMA-Index von MASSLER und SCHOUR (28) in der von MÖHLEMANN und MAZOR (34) modifizierten Form. Bei diesem Index wurden einzelne Entzündungsstadien wie Rötung, Schwellung oder Ulzeration durch bestimmte Werte gekennzeichnet. Mit bloßem Auge läßt sich der Schwellungszustand der Gingiva jedoch schwer objektivieren und das exakte Ausmaß einer Schwellungsänderung nicht beurteilen.

Aus diesem Grunde wurde zur Beurteilung der Gingivaschwellung ein objektives Verfahren verwendet.

Mit Hilfe der Photogrammetrie ist es möglich, genaue Werte über Schwellungsänderungen zu ermitteln. Während HOLM und KRAKAU (15) die Volumenänderung im allgemeinen beobachteten, untersuchte BERGSTRÖM die Gingivaschwellung nach einem operativen Eingriff. Beide Methoden sind apparativ und zeitlich aufwendig und daher für epidemiologische Untersuchungen nicht geeignet.

WIEDEMANN (43,44) hat eine Apparatur entwickelt, mit der er die komplizierte Stereophotographie umgehen konnte. Mit kleinem Aufwand war es möglich, epi-

demiologische Reihenuntersuchungen, den Schwellungszustand der Gingiva betreffend, durchzuführen. Ein Nachteil war dabei die zeitliche Auswertung der Aufnahmen (ca. 15 Min./Bildpaar).

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde nach dem Prinzip der Monophotogrammetrie vorgegangen. Die Kamera und zwei Gitter waren auf einem V-förmigen Gestell befestigt, das mit Hilfe einer individuellen Bißplatte vom Probanden mit den Zähnen gehalten wurde.

Wegen der Zahnbogenkrümmung und der dadurch bedingten geringen Tiefenschärfe konnten die Gitter nur auf die oberen Frontzähne und ihre Gingiva projiziert werden.

Der Schwellungszustand der Gingiva wurde im Verlauf einer experimentellen Gingivitis bestimmt und mit dem subjektiven PMA-Index verglichen.

Die Untersuchungsergebnisse (Tab. 1 und 2) basieren auf den Befunden von 30 Probanden. Aus technischen Gründen konnten nicht alle Aufnahmen ausgewertet werden.

Im Gegensatz zu der zeitaufwendigeren Auswertungsmethode von WIEDEMANN (ca. 15 Min./Bildpaar) dauerte die Auswertung bei der vorliegenden Untersuchung nur ca. 1 Min./Bildpaar, was als wesentlicher Vorteil bewertet werden kann.

Die Ergebnisse der Studie weisen darauf hin, daß sowohl mit Hilfe der Photogrammetrie als auch des PMA-Index Änderungen des Schwellungszustandes der Gingiva erfaßt werden können.

Der zeitliche Aufwand der photogrammatischen Bestimmung der Gingivaschwellung (am Patienten und bei der Bildauswertung) unterscheidet sich nicht wesentlich von der Zeit, mit der bei der subjektiven Bestimmung der Gingivaschwellung gerechnet werden muß.

Die objektive Meßmethode scheint jedoch genauere und reproduzierbarere Ergebnisse zu liefern als die Bestimmung des PMA-Index, wie die geringeren Streubreiten zeigen (vgl. Tabelle 1 und 2 bzw. Abb. 5 - 10).

Die vorgelegte Methode zur objektiven Beurteilung des Schwellungszustandes der Gingiva scheint somit auch vom Zeitaufwand für klinische Reihenuntersuchungen geeignet zu sein.

G. ZUSAMMENFASSUNG

Zur Bestimmung des Schwellungszustandes der Gingiva gibt es eine Vielzahl von Indizes. Die meisten Indizes beurteilen das Entzündungssymptom "Schwellung" subjektiv.

Die objektiven Indizes sind für Routineuntersuchungen apparativ, finanziell oder zeitlich sehr aufwendig.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde versucht, den Schwellungszustand der Gingiva mit Hilfe der Photogrammetrie objektiv zu bestimmen. Als Vergleichsindex diente der PMA-Index. Um bei der Photogrammetrie reproduzierbare Aufnahmen zu erhalten, wurde das photogrammetrische Aufnahmegerät vom Probanden unverrückbar über eine individuelle Bißplatte mit den Zähnen gehalten.

Der Krümmungsverlauf der beiden auf das Zahnfleisch projizierten Gitter ermöglichte es, den Schwellungszustand der Gingiva objektiv zu erfassen.

Die beschriebene Methode der photogrammetrischen Bestimmung der Gingivaschwellung scheint geeignet, Volumenveränderungen der Gingiva mit wenig Zeitaufwand objektiv zu erfassen.

Aufgrund der geringeren Streubreite der erhaltenen Werte scheint sie der subjektiven Methode der Bestimmung der Gingivaschwellung überlegen zu sein.

H. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1) ADAMS-RAY, J.
HJELMSTRÖM, P.
Mecanisme de l'action du blocage du symphatique sur l'oedema traumatique.
Presse med. 95, 1206 (1951)

2) BELTING, C.M.
A review of the epidemiology of periodontal disease.
J. Periodont. 28,37 (1957)

3) BERGSTRÖM, J.
JONASON, C.O.
An investigation of gingival topography in man by means of analytical stereophotogrammetry.
I. Methodological aspects.
Acta Odont. Scand. 32, 211 (1974)

4) BEUBE, F.E.
Gingival massage.
J. Periodont. 19, 66 (1948)

5) BJÖRN, H.
LUNDQVIST, C.
HJELMSTRÖM, P.
A photogrammetric method for measuring the volume of facial swelling.
J. dent. Res. 33, 295 (1954)

6) CARTER, H.G.
BARNES, G.P.
The gingival bleeding index.
J. Periodont. 45, 801 (1974)

7) DAVIES, G.N.
KRUGER, B.J.
HOMAN, B.T.
An epidemiological training course.
Aust. dent. J. 12,17 (1967)

8) GREENE, J.C.
Epidemiology and indexing of Periodontal disease.
J. Periodont. 30,133 (1959)

9) GREENE, J.C.
VERMILLION, J.R.
The oral hygiene index: a method for classifying oral hygiene status. J. Amer. dent. Ass. 61, 171 (1960)

10) HALLERT, K.B.P.
Photogrammetry in medicine. Photogrammetria 20, 81 (1965)

11) HAZEN, S.P.
Indices for the measurement of gingival inflammation in clinical studies of oral hygiene and periodontal disease. J. Periodontal Res. 9, Suppl. 14,61 (1974)

12) HINE, M.K.
The use of the Toothbrush in the treatment of periodontitis. J.Amer.dent.Ass. 41, 158 (1950)

13) HIRT, CH.
MÖHLEMANN, H.R.
Objektive Erfassung der gingivo-therapeutischen Wirkung einer Zahnpaste. Parodontologie 10,44 (1956)

14) HOLM, O.
KRAKAU, C.E.T.
A photogrammetric method for estimation of the volume of superficial tumours and similar objects. Acta Univ. Lund II, Nr.31 (1965)

15) HOLM, O.
KRAKAU, C.E.T.
LINDHE, J.
WALLENIUS, K.
A photogrammetric method for the assessment of the volume changes of the gingival margin. Odont. Revy 18,7 (1967)

16) HOLM-PEDERSEN, P.
AGERBAEK, N.
THEILADE, E.
Experimental gingivitis in young and elderly individuals.
J.clin.Periodont, 2,14 (1975)

17) JENSEN, S.B.
LØE, H.
SCHIØTT, R.C.
THEILADE, E.
Experimental gingivitis in man. IV. Vancomycin induced changes in bacterial plaque composition as related to development of gingival inflammation.
J. periodont.Res. 3,284 (1968)

18) JOHNSON, N.W.
HOPPS, R.M.
Cell dynamics of experimental gingivitis in Macaques.
J. periodont.Res. 10,177 (1975)

19) KENNEDY, J.E.
POLSON, A.M.
Experimental marginal periodontitis in Squirrel monkeys.
J. Periodont. 44,140 (1973)

20) KING, J.D.
Gingival disease in Dundee.
Dent.Rec. 65,9,32,55 (1945)

21) KLEIN, H.
PALMER, C.E.
KNUTSON, J.
Studies on dental caries.
I. Dental status and dental needs of elementary school children.
U.S. Public Health Rep. 53, 751 (1938)

22) KLEIN, H.
PALMER, C.E.
Studies on dental caries.
X. A procedure for the recording and statistical processing of dental examination findings.
J.dent.Res. 19,243 (1940)

23) KRYGIER, G.
GENCO, R.J.
MASHIMO, P.A.
HAUSMANN, E.
Experimental gingivitis in Macaca speciosa monkeys: clinical, bacteriological and histological similarities to human gingivitis.

24) LACMANN, O.
Die Photogrammetrie in ihrer Anwendung auf nicht-topographischen Gebieten. Hirzel Verlag, Leipzig (1950)

25) LÖE, H.
SILNESS, J.
Periodontal disease in pregnancy:
I. Prevalence and severity.
Acta odont.scand. 21,533 (1963)

26) LÖE, H.
THEILADE, E.
JENSEN, S.B.
Experimental gingivitis in man.
J. Periodont. 36,177 (1965)

27) LÖE, H.
THEILADE, E.
JENSEN, S.B.
SCHIØTT, C.R.
Experimental gingivitis in man.
III. The influence of antibiotics on gingival plaque development.
J. periodont.Res.2,282 (1967)

28) MASSLER, M.
SCHOUR, I.
The PMA-Index of gingivitis.
J.dent.Res.28,634 (1949)

29) MASSLER, M.
SCHOUR, I.
CHOPRA, B.
Occurrence of gingivitis in suburban Chicago school children.
J. Periodont. 21,146 (1950)

30) MASSLER, M.
ROSENBERG, H.M.
CARTERS, W.
SCHOUR, I.
Gingivitis in young adult males. Lack of effectiveness of a permissive program of tooth-brushing.
J. Periodont. 28,111 (1957)

31) MARSHALL-DAY, C.D.
The epidemiologie of periodontal disease.
J. Periodont. 22,13,59 (1951)

32) MIERAU, H.-D.
MÄRTIRER, F.
ZESEWITZ, H.
Turgormetrische Untersuchungen am parodontalen Weichgewebe.
Dtsch.zahnärztl. Z. 29, 249 (1974)

33) MIERAU, H.-D.
KRÄUTLER, M.
Der Gingivaturgor unter physiologischen Verhältnissen.
Dtsch.zahnärztl. Z. 29, 862 (1974)

34) MÖHLEMANN, H.R.
MAZOR, Z.S.
Gingivitis in Zurich school-children.
Helv.odont.Acta 2,3 (1958)

35) MÖHLEMANN, H.R.
SON, S.
Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis.
Helv.odont.Acta 15,107 (1971)

36) PAYNE, W.A.
PAGE, R.C.
OGILVIE, A.L.
HALL, W.B.
Histopathologic features of the initial and early stages of experimental gingivitis in man.
J. Periodont.Res.1o,51 (1975)

37) ROVIN, S.
COSTICH, E.
GORDON, H.
The influence of bacteria and irritation in the initiation of periodontal disease in germ-free and conventional rats.
J. Periodont.Res. 1,193 (1966)

38) RUSSEL, A.L.
A system of classification and scoring for prevalence surveys of periodontal disease.
J.dent.Res.35,350 (1956)

39) SCHOUR, I.
MASSLER, M.
Gingival disease in postwar Italy (1945):
I. Prevalence of gingivitis in various age groups.
J.Amer.dent.Ass. 35, 475 (1947)

40) SMITH, L.W.
SUOMI, J.D.
GREENE, J.C.
BARBANO, J.P.
A study of intraexaminer variation in scoring oral hygiene status, gingival inflammation, and epithelial attachment level.
J. Periodont. 41,671 (1970)

41) SUOMI, J.D.
MC CLENDON, B.J.
FRANDSEN, A.M.
The evaluation of gingival inflammation from color slides.
J.dent.Res.-1,663 (1972)

42) THEILADE, E.
Experimental gingivitis in man.
II. A longitudinal clinical and bacteriological investigation.
J.periodont.Res. 1,1 (1966)

43) WIEDEMANN, W.
LAHRSOW, J.
NAUJOKS, R.
Photogrammetrische Untersuchungen über den Schwellungszustand der entzündeten Gingiva. Deutsche zahnärztl. Zeitschrift, Heft 10 (1978)

44) WIEDEMANN, W.
Vergleichende klinische und photogrammetrische Untersuchungen zur experimentellen Gingivitis (1978)

45) WÖTHRICH, J.
Die antiphlogistische Wirkung von Pyralvex R auf die Gingivitis. Med.Diss.Zürich (1962) Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 72,959 (1962)

46) ZACHRISSON, B.U.
A histological study of experimental gingivitis in man. J.periodont.Res.3,293 (1968)

47) ZULQUAR-NAIN, J.
BURGESS, G.
ZANDER, H.A.
Photogrammetry. J.Periodont. 38, 677 (1967)

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. W. Wiedemann für die Überlassung des Themas sowie für die Hilfsbereitschaft und freundliche Unterstützung während der Anfertigung der Arbeit.

Für die Übernahme des Korreferates danke ich Herrn Prof. Dr. R. Naujoks.

Frau Dr. Hübers und Herrn Dr. Klinger darf ich für die geleistete Hilfe während der praktischen Versuche danken.

L E B E N S L A U F

08.05.1954	Geboren in Arad als erstes Kind des Desiderius Scherer und seiner Ehefrau Liselotte, geborene Unterweger.
1961 - 1965	Besuch der Grundschule in Arad
1965 - 1973	Besuch des Gymnasiums in Arad
Juli 1973	Abitur in Arad. Aussiedlung in die Bundesrepublik Deutschland
1973 - 1974	Sonderlehrgang für Spätaussiedler am Wirsberg-Gymnasium in Würzburg
Juni 1974	Abitur in Würzburg
WS 1974	Beginn mit dem Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
SS 1980	Staatsexamen
22. Juli 1980	Erteilung der Approbation als Zahnarzt.

Dieter Erich Scherer